Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Falter aus castrirten Raupen,

wie sie aussehen und wie sie sich benehmen [1]).

Von

Dr. **J. Th. Oudemans** in Amsterdam.

Hierzu Tafel 3—5 und 2 Abbildungen im Text.

Bei einer grossen Menge getrenntgeschlechtlicher Thiere findet man, neben den Unterschieden, welche die Geschlechtsorgane selber oder die mit ihnen in directer Beziehung stehenden Theile darbieten (den primären Geschlechtsmerkmalen), noch andere Unterschiede zwischen den männlichen und den weiblichen Individuen, welche man secundäre Geschlechtsmerkmale genannt hat. Diese letztern bestehen 1) in Farbenverschiedenheiten, 2) in Verschiedenheiten in der Gestalt oder in der Grösse von Organen, welche sich bei beiden Geschlechtern vorfinden und 3) in der Anwesenheit von Organen bei einem der beiden Geschlechter, welche dem andern Geschlecht fehlen. Sind die secundären Geschlechtsmerkmale nicht unbedeutend, so spricht man von geschlechtlichem oder sexuellem Dimorphismus.

Wie dieser sexuelle Dimorphismus entstanden sei, darüber bestehen zwei verschiedene Meinungen: die eine erklärt ihn daraus, dass das männliche Thier sich mehr specialisirt habe als das weibliche, in welchem Fall dieses letztere den ursprünglichern Zustand zur Schau trage — die andere Meinung will den bei dem Weibchen vorkommenden Zustand als durch Reduction entstanden betrachten. Die letztere Ansicht wird besonders von Kennel [2]) in einer vor kurzem

1) Vortrag, gehalten in der Versammlung der biologischen Section des VI. niederländischen Congresses für Naturwissenschaft und Medicin (Natuur- en Geneeskundig Congres) zu Delft am 23. April 1897.

2) J. Kennel, Studien über sexuellen Dimorphismus, Variation und verwandte Erscheinungen. Jurjeff (Dorpat), 1896. — Auch in: Schr. Naturf. Ges. Jurjeff (Dorpat), V. 9, veröffentlicht.

veröffentlichten Schrift vertheidigt, in welcher er als Ursache der Reduction hauptsächlich die Entziehung von Nahrungsstoffen an andern Organen zu Gunsten der Geschlechtsdrüsen betrachtet. Selbstverständlich lassen sich nicht alle verschiedenen Fälle in gleicher Weise erklären und giebt es neben solchen, in denen beide oben genannten Entstehungsarten denkbar sind, auch andere Fälle, die bezüglich ihrer Entstehung kaum einen Zweifel zulassen. Hat z. B. ein weiblicher Schmetterling, dessen Männchen gut entwickelte Flügel besitzt, nur Flügelstummel (*Hybernia* u. s. w.), so wird wohl Jeder diese Stummel nicht als Flügelanfänge, sondern nur als Flügelrudimente betrachten. Findet man dagegen bei einem männlichen Hirschkäfer (*Lucanus cervus* L.) ausserordentlich grosse Mandibeln, während das Weibchen in dieser Hinsicht sich den gewöhnlichen Verhältnissen anschliesst, so liegt es auf der Hand, dass hier keine Reduction bei dem weiblichen, sondern eine höhere Differenzirung bei dem männlichen Thier stattgefunden hat.

Als das Organ, von welchem der Reiz zur Entwicklung der secundären Geschlechtsmerkmale ausgeht, betrachtet man aus guten, später näher zu besprechenden Gründen die Geschlechtsdrüse. Dies erklärt sich auch leicht dadurch, dass zur Zeit, da die secundären Geschlechtsmerkmale noch nicht bestanden, die Geschlechtsorgane den einzigen wirklichen Unterschied zwischen Männchen und Weibchen bildeten und die Geschlechtsdrüsen doch gewiss die dominirenden Theile dieser Organe sind. Die augenblicklich herrschende Meinung hierüber lässt sich folgendermaassen zusammenfassen:

Der Einfluss der Geschlechtsdrüsen auf die secundären Geschlechtsmerkmale ist nicht nur der Art, dass sie die Merkmale ihres eigenen Geschlechts zur Entwicklung bringen, sondern auch, dass sie die Entwicklung der secundären Geschlechtsmerkmale des andern Geschlechts verhindern oder wenigstens zurückhalten.

Dieser Satz gründet sich auf die Resultate: 1) der Beobachtung, 2) angestellter Versuche — welche die Frage von entgegengesetzten Seiten angefasst haben.

Die Beobachtung hat sich zum Zweck gestellt, die Geschlechtsorgane jener, überhaupt sehr seltenen Objecte näher zu untersuchen, welche secundäre Geschlechtsmerkmale beider Geschlechter in sich vereinigen.

Bei den angestellten Versuchen wurden bei normalen Thieren, ehe sich die secundären Geschlechtsmerkmale zu zeigen anfingen, die

Geschlechtsdrüsen entfernt, nach welcher Operation man die castrirten Individuen in ihrer weitern Entwicklung beobachtete.

I. Sehen wir uns zunächst die Resultate der Beobachtung näher an. Hierbei muss hervorgehoben werden, dass bei den fraglichen Thieren, bei denen also secundäre Geschlechtsmerkmale beider Geschlechter sich vorfinden, diese Merkmale entweder vermischt sind, wobei nicht selten die Merkmale eines der beiden Geschlechter stark vorherrschen oder je auf eine Hälfte des Thieres localisirt sind. Im ersten Falle spricht man von gemischten, im zweiten Falle von halbirten Gynandromorphen; bei diesen letztern sind oft auch die äusserlich sichtbaren Copulationsorgane halbirt. Den Namen Zwitter (Hermaphrodit) für solche Thiere zu gebrauchen, ohne dass die Geschlechtsorgane, besonders die Geschlechtsdrüsen, untersucht sind, ist mindestens voreilig. Hermaphroditismus erfordert das gleichzeitige Vorhandensein von wenigstens Spuren der Geschlechtsdrüsen beider Geschlechter; die Untersuchung gynandromorpher Thiere hat ergeben, dass letzteres durchaus nicht immer der Fall ist.

Wenn man nun aufzählt, in welcher Abtheilung der Thierwelt die Gynandromorphen am zahlreichsten gefunden sind, so zeigt es sich, dass dies in der Classe der Insecten der Fall ist, besonders in der Ordnung der Lepidopteren. So erwähnte Bertkau [1]) im Jahre 1888 325 gynandromorphe Insecten, darunter 255 Lepidopteren. Gegenwärtig sind, nach Schultz [2]), bereits 747 gynandromorphe Exemplare ausschliesslich von Lepidopteren beschrieben. Ob nun in dieser Ordnung der Procentsatz wirklich höher ist als anderswo, ist sehr fraglich; ich glaube es nicht, sondern vermuthe vielmehr, dass dabei die ungeheure Zahl von Lepidopteren, die alljährlich in die Hände der Tausende von Sammlern geräth, zu berücksichtigen ist, wobei die oft sehr auffallenden secundären Geschlechtsmerkmale der Falter das Entdecken gynandromorpher Stücke erleichtert. Doch scheint die Schätzung (Speyer, Frey), dass unter 100 000 normalen Lepidopteren 2 bis 3 gynandromorphe Exemplare sich vorfinden, eher zu hoch als zu niedrig berechnet zu sein (Standfuss).

---

1) Ph. Bertkau, Beschreibung eines Zwitters von Gastropacha quercus, nebst allg. Bemerkungen und einem Verzeichniss d. beschriebenen Arthropodenzwitter, in: Arch. Naturg., Jg. 55, V. 1. p. 75.

2) Oskar Schultz, Gynandromorphe Macrolepidopteren der paläarkt. Fauna, in: Ill. Wochenschr. Entom., Jg. 1, 1896, p. 287 u. f. Ursprünglich wurden 123 Species in 366 Exemplaren beschrieben, doch steigt die letztere Zahl in den spätern Nachträgen bis zu 747.

Da nun die Zahl der beschriebenen gynandromorphen Schmetterlinge so beträchtlich ist, sollte man erwarten, jetzt auch ein reichliches Quantum von Ergebnissen zu besitzen, um die Correlation zwischen den Geschlechtsdrüsen und dem äussern Vorkommen feststellen zu können. Aber das Gegentheil ist der Fall! Die Seltenheit der Objecte hat fast immer dazu geführt, dass die gynandromorphen Exemplare wohl mit der grössten Sorgfalt in den Sammlungen aufbewahrt worden sind, dass aber der einzig richtige Weg, weitere Kenntniss zu erlangen, in casu die anatomische Untersuchung durch geübte Hände, sorgfältig gemieden wurde. Und hierzu braucht doch höchstens der Hinterleib geopfert zu werden!

In einem vor Kurzem erschienenen Aufsatz hat O. Schultz [1]) die Resultate der wenigen in dieser Richtung ausgeführten anatomischen Untersuchungen kurz zusammengefasst; sechs [2]) solcher Fälle werden erwähnt, und weitere habe auch ich in der Literatur nicht auffinden können. Die sechs untersuchten Exemplare waren alle halbirte Gynandromorphen, entweder vollkommen genau halbirt, oder doch fast so. Die Ergebnisse dieser anatomischen Untersuchungen sind ziemlich verschieden. Ausserdem sind noch die Fälle, welche den beiden ältesten Mittheilungen zu Grunde lagen, nicht so deutlich beschrieben, wie erwünscht wäre.

Lasiocampa quercifolia L. [3]). Aeusserlich auf der einen Seite männlich, auf der andern weiblich. Im Innern in der weiblichen Hälfte 1 Ovarialröhre (statt 4), in der männlichen „2 Testes hinter einander", worunter man ohne Zweifel die Drüse und die Vesicula seminalis zu verstehen hat.

Melitaea didyma O. [4]). Aeusserlich rechts männlich, links weib-

1) Oskar Schultz, Ueber den innern Bau gynandromorpher Macrolepidopteren, in: Ill. Wochenschr. Entom., Jg. 2, 1897, p. 199 ff.

2) Ein siebter Fall, im nämlichen Aufsatz erwähnt und von Schultz selber untersucht, bezieht sich auf ein Männchen von *Ocneria dispar* L. mit zum Theil weissen Flügeln, sonst aber äusserlich von normal männlichem Aussehen, welche Exemplare nicht sehr selten sind. Die anatomische Untersuchung ergab, dass man es wirklich mit einem normal ausgebildeten Männchen zu thun hatte. Wie auch Andere (Wiskott, Standfuss) vermuthen, hat man in diesen Fällen wahrscheinlich immer Aberrationen in der Färbung vor sich, welche mit dem Geschlecht des Thieres nichts zu thun haben.

3) K. A. Rudolphi, Ueber Zwitterbildung, in: Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1828 (1825), p. 50.

4) F. Klug, Bemerk. bei Gelegenh. d. Zergliederung eines Zwitters

lich. Im Innern links ein Ovarium (wahrscheinlich reducirt); auch ein Hoden vorhanden.

Smerinthus populi L. [1]). Aeusserlich rechts männlich, links weiblich. Im Innern rechts ein reducirtes Ovarium mit nur einer entwickelten und zwei rudimentären Ovarialröhren, links ein sehr stark reducirtes Ovarium, nur aus leeren, kurzen Rudimenten von Ovarialröhren bestehend. Keine Hoden, wohl aber ein Theil der männlichen Ausführungsgänge und zwar die unpaarigen.

Bombyx quercus L. [2]). Aeusserlich rechts männlich, links weiblich. Im Innern nur weiblich, aber reducirt, und zwar stark reducirt, was die Geschlechtsdrüsen angeht, wenig oder nicht, was die Ausführungsgänge betrifft; nur endete die Vagina nach aussen geschlossen und fehlten einige Anhangsdrüsen. Keine Spur von männlichen Geschlechtsorganen zu finden.

Smerinthus populi L. [3]). Aeusserlich rechts männlich, links weiblich. Die männlichen Geschlechtsorgane vollkommen normal. Abnorme Rudimente von den unpaarigen Theilen der weiblichen Ausführungsgänge, aber keine Spur von Ovarien.

Saturnia spini Schiff. [4]). Aeusserlich rechts männlich, links weiblich. Hier zeigten sich, nach der sehr kurz gefassten Mittheilung, links die weiblichen, rechts die männlichen Geschlechtsorgane in allen Theilen vorhanden, nur an Umfang reducirt (also 2 Hoden und 8 Ovarialröhren).

Die Resultate dieser wenigen Untersuchungen sind, wie man sieht, sehr verschieden. Die Fälle 4 und 5, welche bei weitem am vollständigsten beschrieben sind, sind zweifellos keine Hermaphroditen. Fall 3 scheint dies ebenso wenig zu sein. Dagegen würden die Fälle 1 und 2 wahrscheinlich und Fall 6 mit Gewissheit als Hermaphroditen zu betrachten sein. In keinem einzigen Falle ist jedoch der Zustand der Geschlechtsorgane überhaupt ein normaler zu nennen.

---

der Melitaea didyma u. s. w., in: Verh. Ges. naturf. Fr. Berlin, V. 1, 1829, p. 363.

1) A. Gerstaecker, Ueber Insectenzwitter, bes. über die anatomischen Verhältnisse eines Hermaphroditen von Sphinx populi L., in: SB. Ges. naturf. Fr. Berlin, Oct. 1867, p. 25.

2) Ph. Bertkau, vergl. oben.

3) H. Tetens, Resultate d. anat. Untersuchung eines lateralen Zwitters von Smerinthus populi L., in: Berlin. ent. Z., V. 36, 1891, p. 457.

4) Nach einer Untersuchung von Standfuss mitgetheilt von O. Schultz, vergl. oben, p. 216.

Was nun die Untersuchung gynandromorpher Thiere ausserhalb der Insectenwelt anbetrifft, so will ich nur zwei Fälle berücksichtigen, welche jedoch beide von hohem Werth sind.

Der eine Fall ist der eines halbirten gynandromorphen Finken, *Fringilla coelebs* L., von Max Weber [1]) untersucht. Dieses Thier war ein gut entwickelter echter Hermaphrodit, denn die linke Hälfte, welche das weibliche Kleid trug, enthielt ein Ovarium, während die rechte, mit dem männlichen Kleid ausgestattete Hälfte einen Hoden enthielt.

Der andere Fall wurde mitgetheilt von Giard [2]) unter dem Namen „castration parasitaire". Er entdeckte, dass bei *Stenorhynchus phalangium* Penn., einem der am stärksten sexuell-dimorphen Crustaceen, die Anwesenheit eines Parasiten, *Sacculina fraissei* Giard, die Geschlechtsdrüsen fast zum Verschwinden bringt und dass bei solchen Objecten die secundären Geschlechtsmerkmale des eigenen Geschlechts Reduction zeigten, während die Merkmale des entgegengesetzten Geschlechts sich zu entwickeln anfingen (kleinere Scheere, ein breiterer Schwanz u. s. w. beim Männchen — Reduction der Abdominalfüsse u. s. w. beim Weibchen).

Diese beiden Fälle, von welchen der letztere ebenso wohl in das Gebiet der Beobachtung als in das des Versuchs fällt (wenn man den Parasiten als den „Versuchsansteller" betrachtet), liefern auch wieder gute Gründe für die Schlussfolgerung, dass eine wichtige Correlation zwischen den Geschlechtsdrüsen und dem zur Entwicklung kommen der secundären Geschlechtsmerkmale bestehen muss.

II. Untersuchen wir jetzt, was die angestellten Versuche gelehrt haben. Die Resultate derselben, so weit diese Vögel und besonders Säugethiere betreffen, glaube ich als bekannt annehmen zu dürfen. Männliche Thiere, in der Jugend castrirt, bekommen ihre secundären Geschlechtsmerkmale nicht oder in geringerm Maasse als gewöhnlich; weibliche Thiere, in der nämlichen Weise behandelt, bekommen später bisweilen einige der männlichen secundären Geschlechtsmerkmale. Hieran schliesst sich der bekannte Fall der Hahnenfedrigkeit älterer

1) M. Weber, Over een geval van hermaphroditisme by Fringilla coelebs, in: Akad. Wetensch. Amsterdam, Versl. d. Verg. d. d. 31. Mei 1890. — Id. in: Zool. Anz., V. 13, 1890, p. 508.

2) A. Giard, De l'influence de certains parasites rhizocéphales s. l. caractères sexuels extérieurs de leur hôte, in: CR. Acad. Paris, V. 103, 1886, p. 84. Später beschrieb Giard noch verschiedene andere Fälle (*Palaemon*, *Hippolytes*, *Pagurus*, *Typhlocyba*).

Hühner an, bei denen sich nicht selten das männliche Kleid und die männliche Stimme zu entwickeln anfangen, nachdem die Geschlechtsdrüse aufgehört hat zu functioniren.

Sind nun bei den genannten höhern Vertebraten oft Versuche angestellt, bei den Insecten spielte bis jetzt nur die Beobachtung eine Rolle [1]). Als ich nun im Jahre 1890 Augenzeuge war des Resultates der Section des oben erwähnten Exemplares von *Fringilla coelebs*, drängte sich mir der Gedanke auf, dass es gewiss nicht unwichtig sein würde, Castrationsversuche bei Insecten anzustellen, da ja bei diesen Thieren so oft Gynandromorphen beobachtet sind. Ich bezweifelte jedoch so sehr die Möglichkeit, dass diese Operation von den Thieren überstanden werden könnte, dass ich immer wieder mein Vorhaben aufschob. Die innere Lage der Geschlechtsdrüsen bei den Insecten, zugleich mit einem offenen Circulationssystem, liess mich annehmen, dass die nicht sehr geringe, zur Entfernung der Geschlechtsdrüsen unumgängliche Verletzung nur ein allmähliches Verbluten zur Folge haben würde. Im Jahre 1895 entschloss ich mich jedoch, einen Versuch anzustellen. Ich wählte dazu eine der am stärksten sexuelldimorphen Falterarten und zwar die bekannte, sehr gemeine *Ocneria dispar* L., den Schwammspinner, deren lateinischem Artnamen ja die Ungleichheit der Geschlechter zu Grunde liegt. Später zeigte es sich, dass diese Wahl eine sehr glückliche gewesen war, einerseits wegen gewisser anatomischer Eigenthümlichkeiten (Lage und Farbe der Geschlechtsdrüsen u. s. w.), andrerseits weil gerade bei dieser Art verhältnissmässig ziemlich oft gynandromorphe Stücke vorkommen [2]); merkwürdiger Weise war es gerade diese Art, bei der der erste Fall von Gynandromorphismus beobachtet, wenigstens beschrieben [3]) wurde.

Die wichtigsten secundären Geschlechtsmerkmale bestehen bei diesem Thier [man vergl. Taf. 3 und 4] 1) in der weit beträchtlichern Grösse des Weibchens; 2) in dem dunkel grauen Schuppenkleid des Männchens, wogegen dieses bei dem Weibchen gelblichweiss ist, bei

1) Was Crustaceen betrifft, so ist ein Versuch, diese zu castriren, angestellt von Stamati, in: Bull. Soc. zool. France, V. 13, p. 188—189, der jedoch kein Resultat ergab, da die Thiere bald starben.

2) Sehr schön halbirte Gynandromorphen dieser Art findet man abgebildet bei M. Wiskott, Die Lepidopteren-Zwitter meiner Sammlung, in: Festschrift 50-jähr. Best. Ver. Schles. Insectenkunde, Breslau, 1897, tab. 4, fig. 1 u. 2.

3) J. C. Schäffer, Der wunderbare und vielleicht in der Natur noch nie erschienene Eulenzwitter, u. s. w., Abh. v. Insecten, 1763.

beiden mit schwarzer Zeichnung ausgestattet; 3) in den grauen, lang kammförmigen Antennen des Männchens, welche Organe bei dem Weibchen kurz gezähnt und schwarz sind; 4) in der wolligen, grauen, leicht abstreifbaren Behaarung des weiblichen Hinterleibsendes, welche dem Männchen fehlt und vom Weibchen angewendet wird, um darin ihre Eier einzubetten.

Ehe wir weiter gehen, sei daran erinnert, dass sich die Geschlechtsdrüsen einer Raupe (die Castration muss natürlich im Raupen-

Fig. A.

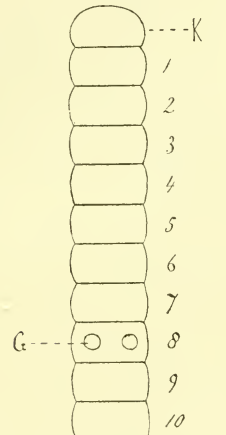

Fig. B.

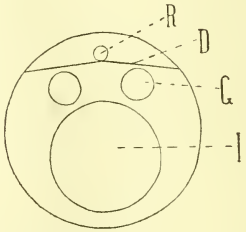

Fig. A. Lage der Geschlechtsdrüsen im Raupenkörper. Schematisirt. *K* Kopf, *1—13* die Körpersegmente, *G* Geschlechtsdrüsen.

Fig. B. Querdurchschnitt einer Raupe. Schematisirt. *R* Rückengefäss, *D* Diaphragma, *G* Geschlechtsdrüsen, *I* Darmcanal.

stadium geschehen) in der Gestalt zweier eiförmiger Körper im 5. Abdominalsegment, also im 8. Rumpfsegment befinden (vgl. Fig. A). Sie liegen zur rechten und linken Seite auf dem Mitteldarm, unterhalb des Diaphragmas oder Pericardialseptums, welches ventralwärts vom Pericardialsinus und vom Rückengefäss sich befindet (vgl. Fig. B). Bei unserer Art ist es nun sehr vortheilhaft, dass die Wand der Drüse, eine die vier Follikel einschliessende Bindegewebshülle, hochgelb gefärbt ist, denn dadurch ist das Organ in seiner farblosen (weisslichen) Umgebung leicht zu unterscheiden und bald zu entfernen, was natürlich die Aussicht auf Genesung verbessert. Schliesslich macht die

genannte Farbe es möglich, was besonders wichtig ist, mit Gewissheit zu constatiren, ob man die Drüse wirklich ganz und gar entfernt hat [1]).

Beiläufig sei noch erwähnt, dass man schon bei den jüngsten Räupchen das Geschlecht an den Drüsen mit Sicherheit bestimmen kann, wenn man diese letztern unter dem Mikroskop zerreisst; das ist schon fast ein Jahrhundert lang bekannt durch die Untersuchungen von Herold [2]).

Während der letzten Tage des Raupenlebens und ferner im Anfang des Puppenstadiums fangen die Geschlechtsdrüsen, welche sich vorher latent verhielten, an, sich rasch zu entwickeln. Die weiblichen Drüsen bleiben getrennt und wachsen eine jede zu den vier langen Ovarialröhren aus, welche man bei der weiblichen Falterimago findet. Die männlichen Drüsen dagegen verwachsen bei den meisten Arten mit einander zu einem einzigen, fast sphärischen Körper, einem Doppelhoden (im Innern bleiben sie getrennt). Diese Verwachsung findet, wenigstens bei *Ocneria dispar*, noch während des Larvenlebens statt. Der Doppelhoden ist dann leicht an seiner Grösse zu erkennen.

Weil ich Verblutung befürchtete, sobald der Pericardialsinus eröffnet wurde, castrirte ich im Anfang nicht von der Rückenseite her. Bei den ersten Exemplaren, welche ich castriren wollte, schnitt ich daher die Bauchfüsse des 5. Abdominalsegments ab, und durch die dadurch entstandenen Oeffnungen entfernte ich die Geschlechtsdrüsen mittels einer feinen, gebogenen Pincette. Bei andern Exemplaren machte ich einen kleinen Schnitt oberhalb des nämlichen Bauchfusspaares. Zuletzt castrirte ich auch einige wenige Thiere von der Rückenseite her, ohne mich um Rückengefäss oder Pericardialseptum zu bekümmern. Hierbei wurde die richtige Stelle für die Operation durch die rothen Rückenwarzen angedeutet, da diese sich, wie vorläufige Orientirung gezeigt hatte, am 5. Abdominalsegment gerade oberhalb der Drüsen befinden. Das Resultat der in verschiedener Weise angestellten Operationen überstieg bei Weitem meine Erwartungen. Nicht nur, dass die Thiere nicht sämmtlich starben, sondern gerade von den von der Rückenseite her castrirten blieb verhältniss-

1) Bei einigen andern Arten, z. B. bei *Bombyx quercus* L., wo die Geschlechtsdrüsen farblos sind, wurde dadurch die Operation dermaassen erschwert, dass dem langen Suchen zu Folge kein einziges Thier die Manipulation überlebte.

2) M. J. D. Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge, anat. u. physiol. bearbeitet. Cassel u. Marburg, 1815.

mässig die grösste Anzahl am Leben. Daher und weil auf diese Weise die Drüsen am leichtesten zu entfernen waren, übte ich weiterhin nur diese Methode.

Im Jahre 1895 castrirte ich 32 Exemplare, von denen 23 die Operation überlebten. Diese verpuppten sich und lieferten 21 Falter; 2 Puppen vertrockneten, enthielten jedoch die ganz ausgebildete, reife Imago, so dass sie benutzt werden konnten. Von diesen 23 Exemplaren waren 5 männlich, 18 weiblich; 1 Männchen war links, 4 waren rechts und links castrirt; von den Weibchen waren 8 rechts, 7 links und 3 an beiden Seiten castrirt; man vergl. die Tabelle am Schluss dieses Aufsatzes.

In Uebereinstimmung mit dem, was anderwärts als Folge der Castration beobachtet wurde, erwartete ich, dass die secundären Geschlechtsmerkmale der Imagines, besonders diejenigen der Männchen, wenigstens eine geringe Abweichung zeigen würden, welche bei den nur einseitig castrirten vielleicht auf die eine Körperhälfte beschränkt wäre. Das Resultat war jedoch ganz anders. Alle früher erwähnten Merkmale wurden genau untersucht, doch konnte bei keinem einzigen castrirten Thier auch nur die geringste Abweichung von denselben constatirt werden; man vergl. die Abbildungen auf Taf. 3 und 4.

Befremdete mich dieses Resultat, so wurde mein Erstaunen noch grösser, als ich einige beiderseits castrirte Männchen (No. 15, 17, 26) zu verschiedenen Weibchen setzte, von denen zwei einseitig castrirt waren und das dritte ein normales Thier war (No. 6, 24 und das nicht numerirte Stück am Schluss der Tabelle). Der Copulationstrieb der Männchen war nämlich wenig oder nicht geringer als bei normalen Thieren, und immer fand eine Copulation statt. Eins der Männchen (No. 17) hat sich selbst 2mal, an 2 auf einander folgenden Tagen, mit demselben Weibchen (No. 6) gepaart und versuchte bald darauf sich noch mit einem andern Weibchen, welches ich zu ihm setzte, zu vereinigen, diesmal jedoch ohne Erfolg, weil das Thierchen zu kraftlos geworden und eine Stunde später todt war.

Es ist nun zwar eine bekannte Thatsache, dass die Antennen die Organe sind, mit welchen die männlichen Falter die Weibchen spüren, aber dieses sowie das Aufsuchen des weiblichen Thieres sind zwei vom Paarungsact ganz verschiedene Handlungen.

Eine weitere Beobachtung bestand darin, dass alle Weibchen, ebenso wohl die einseitig als die beiderseitig castrirten, und unabhängig davon, ob sie sich gepaart hatten, bald anfingen, in ganz

normaler Weise die Wolle der Hinterleibsspitze abzusetzen, genau wie intacte Weibchen dies beim Eierlegen zu thun pflegen. Spätere Untersuchung ergab, dass die von beiderseitig castrirten Weibchen herrührenden Wollkissen nur aus Wolle bestanden, während die von einseitig castrirten Weibchen abgesetzten Kissen wohl Eier enthielten, jedoch in geringerer Zahl als die Hälfte der Eier, welche ein normales Weibchen darin unterbringt.

Das Resultat der Untersuchung, welche zugleich den Beweis lieferte, dass Castration bei Insecten (Raupen) möglich ist, kann folgendermaassen formulirt werden:

Castration hatte in diesem Falle keinen Einfluss, weder auf das Aeussere der Thiere, d. h. auf die secundären Geschlechtsmerkmale, noch auf ihre Handlungen, dieses letztere in dem Sinne, dass Copulation stattfand, auch wenn Spermatozoiden fehlten, und dass die Wolle des Hinterleibes abgesetzt wurde, auch wenn Eier nicht vorhanden waren.

Nun könnte man den Einwurf machen, dass die Castration viel leicht nicht früh genug stattgefunden habe. Ich meine jedoch das Gegentheil annehmen zu können, und zwar 1) weil nicht nur kurz vor der Verpuppung castrirt wurde, sondern auch öfters lange vorher; man vgl. die Tabelle. Mehrere Raupen häuteten sich noch einmal nach der Castration, einige selbst zweimal, abgesehen natürlich von der Häutung, welche zur Puppe führt. Zweifellos fand also die Castration in vielen Fällen zu einer Zeit statt, in welcher die Ausbildung der Imago noch nicht angefangen hatte, d. h. in welcher die Imaginalscheiben noch ein latentes Dasein fristeten, und 2) weil sich durch die Versuche mit erhöhter und erniedrigter Temperatur zahlreicher Experimentatoren (Weismann, Merrifield, Standfuss, Fischer, Fickert, von Linden) herausgestellt hat (was wir auch erfahrungsgemäss aus den anatomischen Untersuchungen von van Bemmelen u. A. wissen), dass die Farben des Schuppenkleides absolut sicher im Puppenstadium entstehen und dass diese Farben während dieses Stadiums durch verschiedene Ursachen beeinflusst werden können.

Ein anderes Bedenken könnte sein, ob man hier vielleicht die sexuelle Dimorphie als dermaassen durch Erblichkeit fixirt anzunehmen habe, dass der ursprünglich zu ihrer Entwicklung nöthige Reiz jetzt

überflüssig geworden ist. Wenn dieses Bedenken überhaupt zulässig ist, zeugt doch dagegen die Thatsache, dass gerade bei dieser Art gynandromorphe Stücke nicht so ausserordentlich selten sind.

Was man nun endlich wirklich als den Reiz zu betrachten hat, welcher hier zur Entwicklung der secundären Geschlechtsmerkmale Anlass giebt, darüber habe ich vorläufig keine auch nur im geringsten begründete Meinung.

Obwohl mit dem oben Mitgetheilten das unmittelbare Resultat der Untersuchung abgeschlossen ist, darf ich nicht schliessen, ohne einen Punkt zu erwähnen, der uns jedoch auf ganz andere Gebiete führt. Im Frühjahr 1896 schlüpften nämlich einige der abgesetzten Eier aus. Es zeigte sich, dass es Eier waren von drei Weibchen (No. 6, 24 u. —), welche mit vollständig castrirten Männchen copulirt hatten. Von ihren 70, 42 und 160 Eiern schlüpften 5, 7 und 53 aus. Die meisten übrigen Eier, welche diese Thiere abgesetzt hatten, enthielten, als ich sie später öffnete, ein todtes Räupchen, in welchem Fall sie sich auch nicht eingesunken zeigten. Wohl eingesunken waren sämmtliche Eier, die von einseitig castrirten Weibchen gelegt waren, welche nicht copulirt hatten. Als ich dies bemerkte, war mein erster Gedanke, ob die männlichen Thiere wohl vollständig castrirt gewesen seien. Ich war jedoch der vollständigen Entfernung der Geschlechtsdrüsen so sicher, was wegen der stark differenten, hoch gelben Farbe derselben begreiflich ist, dass ich selber darüber keinen Zweifel hegte. Indessen wünschte ich doch einen directen Beweis zu liefern, obwohl dieser schon zum Theil, namentlich was die Weibchen betrifft, darin liegt, dass die von den beiderseitig castrirten Weibchen abgesetzte Wolle kein einziges Ei umschloss [1]). Weil die damals schon vor 9 Monaten gestorbenen, vertrockneten Thiere keine innere Untersuchung gestatteten, entschloss ich mich 1896, die Sache zu wiederholen. In diesem Jahr castrirte ich 54 Individuen, und zwar 45 auf beiden Seiten. Leider war das Resultat an Ueberlebenden weit un-

1) Die männlichen und weiblichen Drüsen sind bis wenige Tage vor der Verpuppung einander so ähnlich, dass sie erst bei Zerzupfung unter dem Mikroskop zu unterscheiden sind. Es ist also durchaus nicht schwieriger, die Drüsen bei einem männlichen als bei einem weiblichen Thier vollkommen zu entfernen.

günstiger als im vorigen Jahr! Von meinen 54 Raupen erhielt ich nur 9 Puppen, welche mir 8 Falter lieferten; die 9. Puppe umschloss eine vertrocknete, aber völlig ausgebildete Imago. Von den 8 Imagines waren 4 männlich und von diesen 2 rechts und 2 rechts und links castrirt; die 4 übrigen waren Weibchen, von welchen 1 links und 3 rechts und links castrirt waren. Von diesen sämmtlichen Thieren habe ich 4 Exemplare nach kurzer Zeit getödtet, um wenigstens einige unbeschädigte Stücke zeigen zu können, an denen deutlich zu sehen war, dass ihr Aeusseres vollkommen normal war, wozu die stark beschädigten, lang gelebt habenden Exemplare von 1895 nicht mehr dienen konnten. Die übrigen 4 Individuen, ein einseitig und ein beiderseitig castrirtes Exemplar jeden Geschlechtes, habe ich anatomisch untersucht, wobei es sich zeigte, dass bei den letzt genannten auch nicht die geringste Spur einer Drüse zu entdecken war und dass bei den erst genannten an der intacten Seite eine normale Entwicklung stattgefunden hatte, an der andern Seite jedoch ebenfalls die Drüse vollkommen fehlte; das Vas deferens und der Oviduct endeten geschlossen (vgl. die Figg. 1—6 auf Taf. 5). Die Castration konnte deshalb als vollkommen gelungen betrachtet werden. Ich stellte noch einen einzigen Paarungsversuch an und zwar zwischen Weibchen No. 65 (links castrirt) und Männchen No. 83 (beiderseitig castrirt). Copulation fand statt, und das Weibchen fing an Eier zu legen. Nachdem es deren vier abgesetzt hatte, hörte es damit auf; ob es später dies fortgesetzt haben würde, ist wahrscheinlich, blieb jedoch unbestimmt, da ich das Exemplar zur nähern Untersuchung seiner innern Geschlechtsorgane tödtete; war es es doch das einzige einseitig castrirte Weibchen, das ich besass. Die 4 abgelegten Eier schlüpften 1897 nicht aus, sind jedoch auch nicht eingesunken.

Was kann nun die Ursache sein, dass ein Theil jener Eier ausschlüpfte, welche von Weibchen gelegt wurden, die mit castrirten Männchen copulirt hatten? Beim Suchen nach einer Antwort hat man zu allererst zu beachten, dass man es in *Ocneria dispar* mit einer Species zu thun hat, bei welcher Parthenogenesis vorkommt. Abgesehen davon, dass diese hier öfters beobachtet wurde, sind in dieser Hinsicht specielle Versuche angestellt worden, und zwar von Weyenbergh [1]). Von ungefähr 60 unbefruchteten weiblichen

1) H. Weyenbergh jr., Quelques observ. de parthénogénèse chez les Lépidoptères, in: Arch. néerland., V. 5, 1870, p. 258.

Thieren erhielt er 400 Eier, wovon 50 ausschlüpften. Von den Raupen brachten es 27 zu Imagines, unter welchen 14 Weibchen waren. Diese letztern setzten, ohne befruchtet zu sein, ebenfalls Eier ab, und zwar durchschnittlich eine grössere Zahl als die vorige Generation. Auch aus diesen Eiern entwickelten sich Imagines. Die dritte Generation zeigte keine Parthenogenesis.

Fasst man das soeben Mitgetheilte ins Auge, so könnte man das Ausschlüpfen einer geringern Anzahl der von unsern Weibchen gelegten Eier als etwas gar nicht Ausserordentliches betrachten, wobei es nur Zufall wäre, dass dieses Ausschlüpfen nur bei den Eiern jener drei Weibchen vorkam, welche (mit castrirten Männchen) copulirt hatten. Dass die übrigen Eier der nämlichen Weibchen nicht einsanken und Räupchen enthielten, welche vielleicht zu schwach waren, die Eischale zu öffnen, zeigt, dass auch dort eine Entwicklung stattgefunden hat. Eine andere, vielleicht sehr gewagte Hypothese wäre diese, dass die Copulation mit den castrirten Männchen in der einen oder andern Weise, z. B. mittels des Products der Nebendrüsen, als Reiz gewirkt habe, welcher die parthenogenetische Entwicklung förderte. Ich erkläre jedoch ausdrücklich, selber dieser Hypothese gar nicht besonders zugethan zu sein, und gebe sie nur als das, was sie wirklich ist — eine Hypothese[1]).

Schliesslich möchte ich noch eine Betrachtung zurückweisen, welche sich auch mir aufdrängte, nämlich dass vielleicht ein Theil der Geschlechtsproducte der männlichen Drüse schon in die Ausführungsgänge übergegangen wäre zur Zeit, als die Castration geschah. Ein solches Uebergehen ist aber nicht möglich, weil das Vas deferens erst gegen das Ende des Puppenstadiums mit der Geschlechts-

1) Ohne dieser Mittheilung viel Wichtigkeit beizumessen, erinnere ich daran, dass Tichomirow (Sullo sviluppo delle uova del bombice del gelso sotto l'influenza dell' eccitazione meccanica e chimica, in: Boll. mens. Bachicoltura, Padova, S. 2, a, 3, No. 11—12) bei dem Seidenfalter, *Sericaria mori* L., den Anfang einer Entwicklung beobachtet haben will an unbefruchteten Eiern, welche kräftig gebürstet oder in Schwefelsäure untergetaucht waren. Da die Entwicklung aber nicht über den ersten Anfang hinausging („cioè sino alla formazione degli involucri embrionali, da cui proviene la colorazione dell' uovo, e della prima tracce dello stesso embrione"), ist das Resultat vielleicht auf ganz andere Weise zu erklären; ich erwähne es nur der Vollständigkeit halber. — Uebrigens ist Parthenogenesis öfters bei Seidenfaltereiern beobachtet worden.

drüse zu communiciren anfängt, wie die Untersuchungen von Verson u. Bisson [1]) gezeigt haben. Ich kann noch hinzufügen, dass ich den Inhalt der Bursa copulatrix und des sogenannten Receptaculum seminis von No. 65 nach der Copulation untersucht und darin keine Spermatozoiden aufgefunden habe; wohl fand ich im erst genannten Organ eine Flüssigkeit, welche vielleicht von den männlichen Anhangsdrüsen herrührte.

Vorläufig ist also über das Ausschlüpfen der besprochenen Eier nichts mit nur annähernder Gewissheit auszusagen; vielleicht gelingt es später, durch ausgedehntere und mehr variirte Versuche etwas mehr darüber zu ermitteln. Ich hoffe später in der Lage zu sein, solche Versuche anzustellen, und dann specieller dasjenige, was jetzt als Nebensache behandelt wurde, die Frage nach der Parthenogenesis bei diesen Thieren und wovon diese beeinflusst wird, zur Hauptsache zu machen.

(Folgt eine Tabelle auf der nächsten Seite.)

1) E. Verson u. E. Bisson, Entw. postembr. Ausführungsgänge und Nebendrüsen bei Bombyx mori, in: Z. wiss. Zool., 1896.

Nummer. Die fehlend. Nummern sind die der gestorbenen Thiere	Geschlecht	Castrirt: L. = links R = rechts	Datum der Castration	Datum der Verpuppung	Datum des Erscheinens der Imago	Copulation	Hinterleibswolle (HW) abgesetzt	Zahl der gelegten Eier	Zahl der ausgeschlüpften Eier	Jahr
67	Männl.	R.	7. VII.	9. VII.	26. VII.					1896
77	„	R.	9. VII.	26. VII.	17. VIII					
22	„	L.	19. VI.	29. VI.	18. VII.					
15	„	R. L.	19. VI.	23. VI.	8. VII.	× W —				1895
17	„	R. L.	19. VI.	24. VI.	14. VII.	× W 6				
18	„	R. L.	19. VI.	30. VI.	P. [1]					
26	„	R. L.	27. VI.	29. VI.	19. VII.	× W 24				
79	„	R. L.	9. VII.	28. VII.	18. VIII					1896
83	„	R. L.	11. VII.	25. VII.	14. VIII.	× W 65				
6	Weibl.	R.	17. VI.	29. VI.	14. VII.	× M 17	HW	70	5	1895
8	„	R.	18. VI.	23. VI.	8. VII.	—	HW	54	—	
10	„	R.	18. VI.	27. VI.	P. [1]					
24	„	R.	27. VI.	1. VII.	18. VII.	× M 26	HW	42	7	
27	„	R.	27. VI.	29. VI.	16. VII.	—	HW	15	—	
29	„	R.	28. VI.	10. VII	26. VII.	—	HW	82	—	
30	„	R.	28. VI.	3. VII.	19. VII.	—	HW	26	—	
32	„	R.	28. VI.	29. VI.	17. VII.	—	HW	27	—	
5	„	L.	17. VI.	3. VII.	20. VII.	—	HW	17	—	
7	„	L.	18. VI.	22. VI.	7. VII.	—	HW	39	—	
11	„	L.	18. VI.	30. VII.	17. VII.	—	HW	42	—	
12	„	L.	18. VI.	27. VI.	9. VII.	—	HW	30	—	
13	„	L.	18. VI.	30. VI.	17. VII.	—	HW	40	—	
16	„	L.	19. VI.	29. VI.	17. VII.	—	HW	63	—	
21	„	L.	19. VI.	28. VI.	12. VII.	—	HW	58	—	
65	„	L.	7. VII.	31. VII.	17. VIII.	× M 83	HW	4 + [2]		1896
4	„	R. L.	17. VI.	5. VII.	21. VII.	—	HW	—	—	1895
20	„	R. L.	19. VI.	25. VI.	9. VII.	× M [3]	HW	—	—	
28	„	R. L.	27. VI.	30. VI.	16. VII.	—	HW	—	—	
45	„	R. L.	1. VII.	8. VII.	22. VII.		[4]			1896
58	„	R. L.	3. VII.	14. VII.	29. VII.		[4]			
66	„	R. L.	7. VII.	8. VIII.	P. [1]					
84	„	R. L.	11. VII.	31. VII.	20. VIII.		[4]			
—	„ [5]	—	—	20. VI.	8. VII.	× M 15	HW	160	53	1895

1) Gestorben als Puppe.

2) Drei Tage nach dem Absetzen von 4 Eiern getödtet; ob mehr Eier gelegt sein würden, wenn das Thier am Leben geblieben wäre, ist fraglich; meistens wird das Eierlegen, einmal angefangen, ununterbrochen fortgesetzt und beendigt.

3) Gepaart mit einem normalen Männchen.

4) Die Nummern 45, 58 und 84 wurden entweder gespannt oder secirt, so dass hier von einem Absetzen der Hinterleibswolle nicht die Rede sein kann.

5) Normales Weibchen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 3.

Männliche Falter von *Ocneria dispar* L. Natürl. Grösse.

Fig. 1. Beiderseits castrirtes Männchen; No. 83 der Tabelle.
Fig. 2. Normales Männchen.
Fig. 3. Rechts castrirtes Männchen; No. 67 der Tabelle.
Fig. 4. Beiderseits castrirtes Männchen; No. 79 der Tabelle.
Fig. 5. Rechts castrirtes Männchen; No. 77 der Tabelle.

Die Verschiedenheiten in der Dunkelheit der Farbe gehen über die nämlichen Verschiedenheiten bei normalen Thieren durchaus nicht hinaus.

Tafel 4.

Weibliche Falter von *Ocneria dispar* L. Natürl. Grösse.

Fig. 1. Beiderseits castrirtes Weibchen; No. 45 der Tabelle.
Fig. 2. Links castrirtes Weibchen; No. 65 der Tabelle.
Fig. 3. Beiderseits castrirtes Weibchen; No. 58 der Tabelle.
Fig. 4. Normales Weibchen.

Der etwas dunklere Querstreifen über die Vorderflügel der Fig. 3 ist bei normalen Thieren bisweilen noch viel kräftiger angedeutet.

Tafel 5.

Innere Geschlechtsorgane von normalen und von im Raupenstadium einseitig und beiderseits castrirten weiblichen und männlichen Faltern von *Ocneria dispar* L.

Die Figuren 1—3 sind $2^1/_2$ mal vergrössert. Jede der 8 resp. 4 Ovarialröhren in den Figuren 1 und 2 enthielt 40—60 reife Eier; um Raum zu ersparen, ist der mittlere Theil dieser Ovarialröhren fortgelassen. *OV* Aeussere Oeffnung der Vagina im 10. Bauchschild, *V* Vagina, *OD* Oviduct, *OR* Ovarialröhre, *GA* Nebendrüse (Kittdrüse), mit angeschwollenem Endabschnitt (Reservoir) und unpaarigem Ausführungsgang, *OBC* äussere Oeffnung der Bursa copulatrix, zwischen dem 8. und dem 9. Bauchschild, *BC* Bursa copulatrix, durch einen Gang mit der Vagina verbunden, *RS* Receptaculum seminis (gewöhn-

lich als solches betrachtet, vielleicht aber eine Nebendrüse, in welchem Fall die Bursa copulatrix als Receptaculum seminis zu deuten wäre).

Fig. 1. Innere Geschlechtsorgane eines normalen Weibchens.

Fig. 2. Innere Geschlechtsorgane des im Raupenstadium links castrirten Weibchens No. 65 der Tabelle; vergl. Taf. 4, Fig. 2. Das linke Ovarium fehlt vollständig. Sonst alles normal.

Fig. 3. Innere Geschlechtsorgane des im Raupenstadium beiderseits castrirten Weibchens No. 45 der Tabelle; vergl. Taf. 4, Fig. 1. Beide Ovarien fehlen vollständig. Sonst alles normal.

Die Figg. 4—6 sind 4 mal vergrössert. *T* Hoden (in Fig. 4 Doppelhoden), *VD* Vas deferens, *VS* Vesicula seminalis, *GA* Nebendrüsen, *DE* Ductus ejaculatorius.

Fig. 4. Innere Geschlechtsorgane eines normalen Männchens.

Fig. 5. Innere Geschlechtsorgane des im Raupenstadium rechts castrirten Männchens No. 77 der Tabelle; vergl. Taf. 3, Fig. 5. Der rechte Hoden fehlt vollständig. Sonst alles normal.

Fig. 6. Innere Geschlechtsorgane des im Raupenstadium beiderseits castrirten Männchens No. 83 der Tabelle; vergl. Taf. 3, Fig. 1. Beide Hoden fehlen vollständig. Sonst alles normal.